

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10113

(13) С1

(46) 2007.12.30

(51) МПК (2006)

F 04F 5/00

(54)

## ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГАЗОВЫЙ ЭЖЕКТОР

(21) Номер заявки: а 20050688

(22) 2005.07.07

(43) 2007.04.30

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный техно-  
логический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Жлобич Анатолий Викто-  
рович; Санкович Евгений Савельевич;  
Кунтыш Владимир Борисович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государственный  
технологический университет"  
(ВУ)

(56) Михеев В.П. и др. Инжекционные газо-  
вые горелки большой производи-  
тельности. - М.: Недра, 1970. - С. 15.

SU 277168, 1970.

SU 1249206 A1, 1986.

SU 1182204 A, 1985.

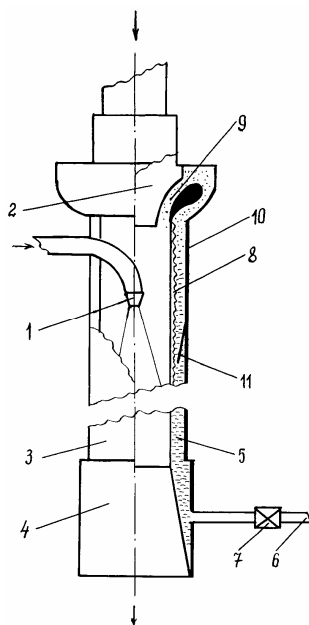
SU 124063, 1959.

RU 1648123 C, 1994.

GB 2233037 A, 1991.

(57)

1. Высокотемпературный газовый эжектор, содержащий активное и пассивное сопла, выполненные с возможностью подвода к ним горячих газов, камеру смешения и диффузор, отличающийся тем, что для образования жидкостной рубашки камера смешения и диффузор снабжены снаружи теплоизолирующим кожухом, выполненным с возможностью подвода к нему жидкости по трубопроводу с регулирующим клапаном, а камера смешения на входе дополнительно снабжена паровыми соплами, направленными по ходу пассивного потока горячего газа.



2. Эжектор по п. 1, **отличающийся** тем, что камера смешения выполнена тонкостенной из теплоизолированного материала, с развитой теплообменной поверхностью со стороны жидкости.

---

Изобретение относится к области энергетики, а именно к инжекционным газовым горелкам, эжекционным устройствам газовых турбин и поршневых двигателей, к вакуумной металлургии и др.

Часто в некоторых устройствах в качестве активной эжектирующей среды используются горячие газы с температурой 800-1000 °С (авиация). Обычно пассивная эжектируемая среда является низкотемпературной или же нагретыми газами (дегазация жидкого металла). В принципе температура  $T_2$  пассивной среды может быть выше температуры  $T_1$  активной среды, хотя у обычных эжекторов  $T_1 \geq T_2$ . Кроме того, в камере смешения эжектора может происходить горение, при котором нагреваются стенки аппарата с отдачей теплоты окружающей среде.

В известной нам литературе [1] эта теплотеря во внимание не принимается (при расчетах  $Q = 0$ ) и закон сохранения энергии для камеры смешения записывается в форме сохранения энтальпии и кинетической энергии.

С учетом тенденции роста в эжекторах (инжекторах) температур  $T_1$  и  $T_2$  теплоотвод  $Q$  в стенки может быть значительным, а эксплуатация аппаратов - затруднительной и малоэффективной.

В свою очередь, имеет значение взаимное расположение активного и пассивного сопел, причем активное сопло может быть центральным или внешним щелевым [1-5]. Известно, что камера смешения и диффузор изготавливаются из чугуна, стали с антикоррозийным покрытием, из фарфора и других материалов. Но нам неизвестны аналоги струйных аппаратов с теплоизоляцией стенок камер смешения и диффузоров, тем более работающих с возвратом части теплоты в аппарат.

В качестве прототипа предлагаемого изобретения служит эжектор, работающий как инжекционная горелка большой производительности (свыше 100 м<sup>3</sup>/час) с проточным водяным охлаждением головки, расположенной за диффузором [6]. Охлаждение головки препятствует проскоку пламени в камеру смешения эжектора, а охлаждающая жидкость после головки собирается в питательный бак [6] для возможности утилизации, причем способ не указывается. Таким образом, у прототипа не происходит горение в камере смешения эжектора. Фазовый переход, т.е. кипение воды или конденсация пара, также не предусматривается.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является рекуперативная утилизация части теплоты от потока смеси газовых струй в высокотемпературном газовом эжекторе.

Задача достигается тем, что высокотемпературный газовый эжектор, содержащий активное и пассивное сопла с подводом к ним горячих газов, камеру смешения и диффузор, снабжен теплоизолирующим кожухом с подводом к нему жидкости в зоне диффузора по трубопроводу с регулирующим клапаном, а камера смешения на входе снабжена дополнительно паровыми соплами, направленными по ходу пассивного потока. Кроме того, камера смешения эжектора выполнена тонкостенной из теплоизолированного материала с развитой теплообменной поверхностью со стороны жидкости.

Таким образом, эжектор работает, когда температура торможения активного потока  $T_1$  больше температуры пассивного потока  $T_2$  и температуры газовой смеси в конце камеры смешения  $T_3$ , т.е.  $T_1 > T_3 > T_2$ , причем  $T_3 > T_n$ , где  $T_n$  - температура насыщения кипящей жидкости при давлении  $p_n < p_1$ , где  $p_1$  - давление перед регулирующим клапаном. Паровые сопла работают тогда, когда истекающий из них пар слегка влажный, сухой или незначительно перегрет. Изобретение поясняется чертежом.

На фигуре показан общий вид высокотемпературного газового эжектора.

Эжектор содержит активное газовое сопло 1 (простое или сопло Лавалья), пассивное сопло 2, камеру смешения 3, диффузор 4. В свою очередь, камера смешения и диффузор снаружи снабжены жидкостной рубашкой 5, имеющей трубопровод 6 с регулирующим жидкостным клапаном 7. Камера смешения 3 выполнена с развитой по площади внешней поверхностью теплообмена 8 и оборудована на входе паровыми соплами 9. Стенки кожуха 10 рубашки 5 выполнены из теплоизоляционного материала. С целью дросселирования и сепарации пара, его осушки предусмотрена полка (тарелка) 11.

Высокотемпературный газовый эжектор работает следующим образом.

При пуске аппарата горячий газ подается в активное сопло 1, из которого истекает в виде эжектирующей струи с дозвуковой скоростью (простое сопло) или сверхзвуковой (сопло Лавалья) в камеру смешения 3, подсасывая пассивный поток газа через пассивное сопло 2. В камере смешения газы перемешиваются, потоки обмениваются скоростями, повышая давление смеси вдоль оси камеры и в диффузоре. Газовая смесь имеет температуру  $T_3 > T_2$ , излучая теплоту и соприкасаясь, передает теплоту через стенки камеры смешения 3 и диффузора 4 в теплоноситель кожуха 10. Подача теплоносителя в виде жидкости производится по трубопроводу 6 через регулирующий клапан 7. В рубашке 5 на входе жидкость подогревается до температуры  $T_n$ , закипает в зоне диффузора 4 и переходит во влажный насыщенный пар и под давлением  $p_n$  или выше направляется далее в паровые сопла 9, из которых истекает в виде активных струй, эжектируя дополнительно пассивный поток газа через пассивное сопло 2. В итоге происходит возврат теплоты в камеру смешения 3, увеличивается коэффициент эжекции и совершается частично работа над газом. Стенки кожуха 10 препятствуют отдаче теплоты в окружающую среду. Клапан 7 позволяет регулировать подачу теплоносителя в рубашку, начиная от разогрева аппарата до максимального расхода пара в соплах 9.

Предлагаемый высокотемпературный газовый эжектор действует при любом положении в пространстве, но предпочтительно вертикальное расположение с нижним положением диффузора, при котором возникает естественная сепарация пара в кожухе и его движение в паровые сопла. Эжектор может быть использован и в условиях, когда активная и пассивная среды, имея высокие температуры, отличаются тем, что  $T_2 > T_1$ . В этом случае, чем выше общий коэффициент эжекции  $u = G_2/G_1$ , где  $G_1$ ,  $G_2$  - соответственно расходы активного и пассивного потоков, тем выше тепловая эффективность эжектора. В связи с наличием кожуха эжектор безопасен в эксплуатации.

Изобретение может быть использовано на машиностроительных заводах по турбостроению, на моторостроительных и автомобильных заводах, на предприятиях вакуумной металлургии.

Источники информации:

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. - М.: Наука, 1969. - С. 453.
2. Щукин В.К., Калмыков И.И. Газоструйные компрессоры. - М.: Машгиз, 1963. - 148 с.
3. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 353 с.
4. Дейч М.Е., Филиппов Г.А. Газодинамика двухфазных сред. - М.: Энергоиздат, 1981. - 472 с.
5. Успенский В.А., Кузнецов Ю.М. Струйные вакуумные насосы. - М.: Машиностроение, 1973, - 144 с.
6. Михеев В.П., Медников Ю.П. Инжекционные газовые горелки большой производительности. - М.: Недра, 1969. - С. 15 (прототип).